

MEMORI INTERNAL

Karakteristik Sistem Memori (secara umum)

1. Lokasi

- CPU
- Internal (main)
- External (secondary)

2. Kapasitas

- Ukuran word
- Banyaknya word

3. Satuan Transfer

- Word
- Block

4. Metode Akses

- Sequential access
- Direct access
- Random access
- Associative access

5. Kinerja

- Access time
- Cycle time
- Transfer rate

6. Tipe Fisik

- Semikonduktor
- Permukaan magnetik

7. Karakteristik Fisik

- Volatile/nonvolatile
- Erasable/nonerasable

8. Organisasi

Catatan:

Bagi pengguna dua karakteristik penting memori adalah

- Kapasitas,
- Kinerja.

Penjelasan

Ad 1) Lokasi Memori

Ada tiga lokasi keberadaan memori di dalam sistem komputer, yaitu:

➤ Memori lokal

- Memori ini *built-in* berada dalam CPU (mikroprosesor),
- Memori ini diperlukan untuk semua kegiatan CPU,
- Memori ini disebut **register**.

➤ Memori internal

- Berada di luar CPU tetapi bersifat internal terhadap sistem komputer,
- Diperlukan oleh CPU untuk proses eksekusi (operasi) program, sehingga dapat diakses secara langsung oleh prosesor (CPU) tanpa modul perantara,
- Memori internal sering juga disebut sebagai **memori primer** atau **memori utama**.
- Memori internal biasanya menggunakan media RAM

➤ Memori eksternal

- Bersifat eksternal terhadap sistem komputer dan tentu saja berada di luar CPU,
- Diperlukan untuk menyimpan data atau instruksi secara permanen.
- Tidak diperlukan di dalam proses eksekusi sehingga tidak dapat diakses secara langsung oleh prosesor (CPU). Untuk akses memori eksternal ini oleh CPU harus melalui pengontrol/modul I/O.
- Memori eksternal sering juga disebut sebagai **memori sekunder**.
- Memori ini terdiri atas perangkat storage peripheral seperti : disk, pita magnetik, dll.

Ad 2) Kapasitas Memori

- Kapasitas register (memori lokal) dinyatakan dalam **bit**.
- Kapasitas memori internal biasanya dinyatakan dalam bentuk **byte** (1 byte = 8 bit) atau **word**. Panjang word umum adalah 8, 16, dan 32 bit.
- Kapasitas memori eksternal biasanya dinyatakan dalam **byte**.

Ad 3) Satuan Transfer (Unit of Transfer)

Satuan transfer sama dengan jumlah saluran data yang masuk ke dan keluar dari modul memori.

- Bagi memori internal (memori utama), satuan transfer merupakan jumlah bit yang dibaca atau yang dituliskan ke dalam memori pada suatu saat.
- Bagi memori eksternal, data ditransfer dalam jumlah yang jauh lebih besar dari word, dalam hal ini dikenal sebagai **block**.

Word

Ukuran word biasanya sama dengan jumlah bit yang digunakan untuk representasi bilangan dan panjang instruksi, kecuali CRAY-1 dan VAX.

- CRAY-1 memiliki panjang word 64 bit, memakai representasi integer 24 bit.
- VAX memiliki panjang instruksi yang beragam, ukuran wordnya adalah 32 bit.

Addressable Units

Pada sejumlah sistem, addressable unit adalah word. Hubungan antara panjang suatu alamat (A) dengan jumlah addressable unit (N) adalah

$$2^A = N$$

Ad 4) Metode Akses Memori

Terdapat empat jenis pengaksesan satuan data, sbb.:

- *Sequential Access*
- *Direct Access*
- *Random Access*
- *Associative Access*

❖ Sequential Access

- Memori diorganisasikan menjadi unit-unit data, yang disebut **record**.
- Akses dibuat dalam bentuk urutan linier yang spesifik.
- Informasi pengalamatan dipakai untuk memisahkan record-record dan untuk membantu proses pencarian.
- Mekanisme baca/tulis digunakan secara bersama (shared read/write mechanism), dengan cara berjalan menuju lokasi yang diinginkan untuk mengeluarkan record.
- Waktu access record sangat bervariasi.
- Contoh sequential access adalah akses pada pita magnetik.

❖ Direct Access

- Seperti sequential access, direct access juga menggunakan shared read/write mechanism, tetapi setiap blok dan record memiliki alamat yang unik berdasarkan lokasi fisik.
- Akses dilakukan secara langsung terhadap kisaran umum (general vicinity) untuk mencapai lokasi akhir.
- Waktu aksesnya bervariasi.
- Contoh direct access adalah akses pada **disk**.

❖ Random Access

- Setiap lokasi dapat dipilih secara random dan diakses serta dialamati secara langsung.
- Waktu untuk mengakses lokasi tertentu tidak tergantung pada urutan akses sebelumnya dan bersifat konstan.
- Contoh random access adalah sistem memori utama.

❖ Associative Access

- Setiap word dapat dicari berdasarkan pada isinya dan bukan berdasarkan alamatnya.
- Seperti pada RAM, setiap lokasi memiliki mekanisme pengalamatannya sendiri.
- Waktu pencariannya tidak bergantung secara konstan terhadap lokasi atau pola access sebelumnya.
- Contoh associative access adalah memori cache.

Ad 5) Kinerja Memori

Ada tiga buah parameter untuk kinerja sistem memori, yaitu :

➤ Waktu Akses (*Access Time*)

- Bagi RAM, waktu akses adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan operasi baca atau tulis.
- Bagi non RAM, waktu akses adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan mekanisme baca tulis pada lokasi tertentu.

➤ Waktu Siklus (*Cycle Time*)

→ Waktu siklus adalah waktu akses ditambah dengan waktu transien hingga sinyal hilang dari saluran sinyal atau untuk menghasilkan kembali data bila data ini dibaca secara destruktif.

➤ **Laju Pemindahan (*Transfer Rate*)**

→ Transfer rate adalah kecepatan pemindahan data ke unit memori atau ditransfer dari unit memori.

→ Bagi RAM, transfer rate sama dengan $1/(\text{waktu siklus})$.

→ Bagi non-RAM, berlaku persamaan sbb.:

$$T_N = T_A + \frac{N}{R}$$

T_N = Waktu rata-rata untuk membaca atau menulis sejumlah N bit.

T_A = Waktu akses rata-rata

N = Jumlah bit

R = Kecepatan transfer, dalam bit per detik (bps)

Ad 6) Tipe Fisik Memori

Ada beberapa tipe fisik memori, yaitu :

➤ **Memori semikonduktor**, memori ini memakai teknologi LSI atau VLSI (very large scale integration).

Memori ini banyak digunakan untuk memori internal misalnya RAM.

➤ **Memori permukaan magnetik**, memori ini banyak digunakan untuk memori eksternal yaitu untuk disk atau pita magnetik.

➤ **Memori Optik**, memori ini banyak digunakan untuk memori eksternal yaitu untuk disk optic (CD, DVD, LD).

Ad 7) Karakteristik Fisik

Ada dua kriteria yang mencerminkan karakteristik fisik memori, yaitu:

➤ **Volatile dan Non-volatile**

○ Pada memori volatile, informasi akan rusak secara alami atau hilang bila daya listriknya dimatikan.

○ Pada memori non-volatile, sekali informasi direkam akan tetap berada di sana tanpa mengalami kerusakan sebelum dilakukan

perubahan. Pada memori ini daya listrik tidak diperlukan untuk mempertahankan informasi tersebut.

Memori permukaan magnetik adalah non volatile.

Memori semikonduktor dapat berupa volatile atau non volatile.

➤ **Erasable dan Non-erasable**

- Erasable artinya isi memori dapat dihapus dan diganti dengan informasi lain.
- Memori semikonduktor yang tidak terhapuskan dan non volatile adalah ROM.

Ad 8) Organisasi

Yang dimaksud dengan organisasi adalah pengaturan bit dalam menyusun word secara fisik.

Hirarki Memori

Tiga pertanyaan dalam rancangan memori, yaitu :

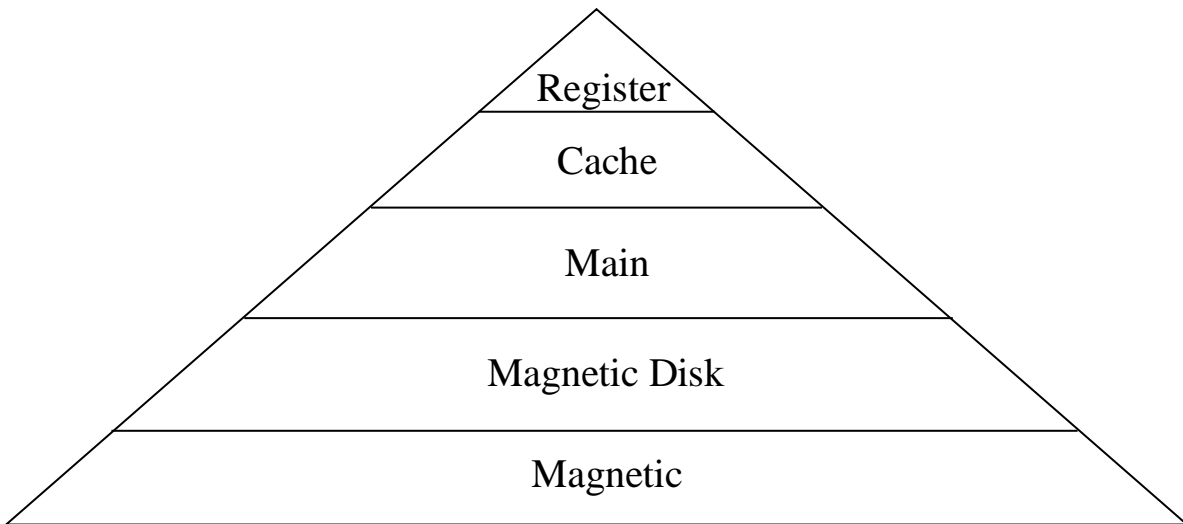
Berapa banyak?	Berapa cepat?	Berapa mahal?
Kapasitas.	Waktu access	Harga

Setiap spektrum teknologi mempunyai hubungan sbb.:

- Semakin kecil waktu access, semakin besar harga per bit.
- Semakin besar kapasitas, semakin kecil harga per bit.
- Semakin besar kapasitas, semakin besar waktu access.

Untuk mendapatkan kinerja terbaik, memori harus mampu mengikuti CPU. Artinya apabila CPU sedang mengeksekusi instruksi, kita tidak perlu menghentikan CPU untuk menunggu datangnya instruksi atau operand.

Untuk memperoleh kinerja yang optimal, perlu kombinasi teknologi komponen memori. Dari kombinasi ini dapat disusun hirarki memori sbb.:



Semakin menurun hirarki, maka hal-hal di bawah ini akan terjadi :

- a) Penurunan harga per bit
- b) Peningkatan kapasitas
- c) Peningkatan waktu akses
- d) Penurunan frekuensi akses memori oleh CPU.

Kunci keberhasilan organisasi adalah penurunan frekuensi akses memori oleh CPU.

Bila memori dapat diorganisasikan dengan penurunan harga per bit melalui peningkatan waktu akses, dan bila data dan instruksi dapat didistribusikan melalui memori ini dengan penurunan frekuensi akses memori oleh CPU, maka pola ini akan mengurangi biaya secara keseluruhan dengan tingkatan kinerja tertentu.

Register adalah jenis memori yang tercepat, terkecil, dan termahal yang merupakan memori internal bagi prosesor.

Cache adalah perangkat untuk pergerakan data antara memori utama dan register prosesor untuk meningkatkan kinerja.

Memori utama merupakan sistem internal memory dari sebuah komputer. Setiap lokasi di dalam memori utama memiliki alamat yang unik.

Ketiga bentuk memori di atas bersifat volatile dan memakai teknologi semikonduktor.

Magnetic disk dan **Magnetic tape** adalah external memory dan bersifat non-volatile.

Memori Semikonduktor

Ada beberapa memori semikonduktor, yaitu :

1. RAM : RAM statik (SRAM) dan RAM dinamik (DRAM).
2. ROM : ROM, Programmable ROM (PROM), Erasable PROM (EPROM), Electrically EPROM (EEPROM), Flash Memory.

Random Access Memory (RAM)

- Baca dan tulis data dari dan ke memori dapat dilakukan dengan mudah dan cepat.
- Bersifat volatile
- Perlu catu daya listrik.

RAM Dinamik (DRAM)

Disusun oleh sel-sel yang menyimpan data sebagai muatan listrik pada kapasitor.

Ada dan tidak ada muatan listrik pada kapasitor dinyatakan sebagai bilangan biner 1 dan 0.

Perlu pengisian muatan listrik secara periodik untuk memelihara penyimpanan data.

RAM Statik (SRAM)

Disusun oleh deretan flip-flop.

Baik SRAM maupun DRAM adalah volatile. Sel memori DRAM lebih sederhana dibanding SRAM, karena itu lebih kecil. DRAM lebih rapat (sel lebih kecil = lebih banyak sel per satuan luas) dan lebih murah. DRAM memerlukan rangkaian pengosong muatan. DRAM cenderung lebih baik bila digunakan untuk kebutuhan memori yang lebih besar. DRAM lebih lambat.

Read Only Memory (ROM)

- Menyimpan data secara permanen
- Hanya bisa dibaca

Dua masalah ROM

- Langkah penyisipan data memerlukan biaya tetap yang tinggi.
- Tidak boleh terjadi kesalahan (error).

Programmabel ROM (PROM)

Bersifat non volatile dan hanya bisa ditulisi sekali saja.

Proses penulisan dibentuk secara elektris.

Diperlukan peralatan khusus untuk proses penulisan atau “pemrograman”.

Erasable PROM (EPROM)

Dibaca secara optis dan ditulisi secara elektris.

Sebelum operasi write, seluruh sel penyimpanan harus dihapus menggunakan radiasi sinar ultra-violet terhadap keping paket.

Proses penghapusan dapat dilakukan secara berulang, setiap penghapusan memerlukan waktu 20 menit.

Untuk daya tampung data yang sama EPROM lebih mahal dari PROM.

Electrically EPROM (EEPROM)

Dapat ditulisi kapan saja tanpa menghapus isi sebelumnya.

Operasi write memerlukan waktu lebih lama dibanding operasi read.

Gabungan sifat kelebihan non-volatilitas dan fleksibilitas untuk update dengan menggunakan bus control, alamat dan saluran data.

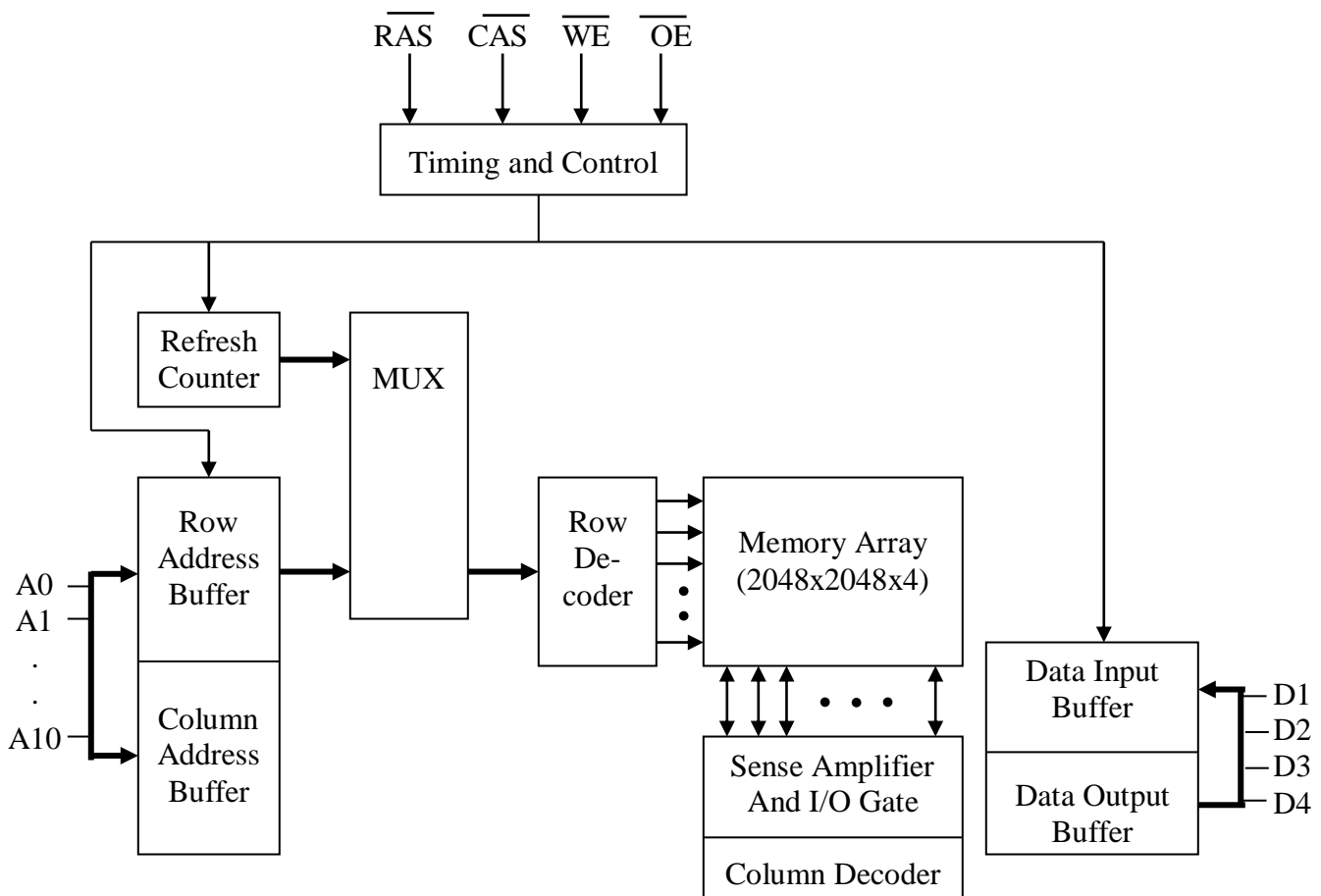
EEPROM lebih mahal dibanding EPROM.

Sel memori memiliki sifat tertentu sbb.:

- Memiliki dua keadaan stabil untuk representasi bilangan biner 1 atau 0.
- Memiliki kemampuan untuk ditulis
- Memiliki kemampuan untuk dibaca.

Organisasi Logik Keping (Chip Logic) Memori

Organisasi DRAM 16 Mbit secara umum. Array memori diorganisasikan sebagai empat buah kuadrat 2048 terhadap 2048 elemen. Elemen-elemen array dihubungkan dengan saluran horizontal (baris) dan vertikal (kolom). Setiap saluran horizontal terhubung ke terminal Data-in/Sense masing-masing sel pada kolomnya.



Memori Eksternal

Magnetik Disk

- Disk merupakan sebuah piringan bundar yang terbuat dari logam atau plastik yang dilapisi dengan bahan yang dapat dimagnetisasi.
- Data direkam di atasnya dan dapat dibaca dari disk dengan menggunakan kumparan pengkonduksi (*conducting coil*) yang dinamakan *head*
- Pada operasi penulisan, arus listrik pada head memagnetisasi disk.
- Pada operasi pembacaan, medan magnet pada disk yang bergerak di bawah *head* menghasilkan arus listrik pada *head*.
- Selama operasi pembacaan dan penulisan, *head* bersifat stasioner sedangkan piringan bergerak-gerak di bawahnya.

Organisasi Data dan Pemformatan

- Organisasi data pada piringan berbentuk sejumlah cincin-cincin yang konsentris yang disebut *track*.
- Masing-masing *track* lebarnya sama dengan lebar *head*.
- Track yang berdekatan dipisahkan oleh *gap*
- *Gap* bertujuan untuk mencegah/mengurangi error akibat melesetnya *head* atau interferensi medan magnet.
- Kerapatan (*density*), dalam bit per inci linear, pada *track* sebelah dalam lebih tinggi (lebih rapat) dibanding *track* sebelah luarnya.
- Data disimpan pada daerah berukuran blok yang dikenal sebagai *sector*.
- Biasanya terdapat antara 10 hingga 100 *sector per track*.
- Sector-sector yang berdekatan dipisahkan oleh *gap-gap intra-track* atau *inter-record*.
- Layout data disk meliputi:
 - *Track*
 - *Inter-track Gaps*

- Kerapatan (*density*)
 - *Sector*
- Salah satu contoh pemformatan disk adalah format track disk Winchester (Seagate ST506)
- Setiap track berisi 30 sector yang panjangnya tetap
 - Masing-masing track berisi 600 byte
 - Setiap sector menampung 512 byte data ditambah informasi kontrol yang berguna bagi disk controller.

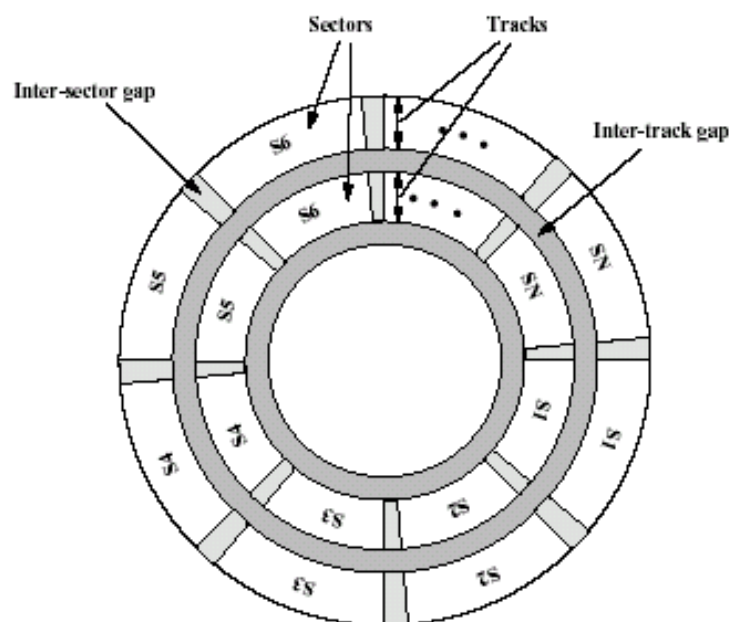


Figure 5.1 Disk Data Layout

Karakteristik

Ada beberapa karakteristik Sistem Disk:

- Gerakan head
- *Fixed head disk* ➔ terdapat sebuah *head* baca/tulis per *track* jadi ada beberapa *head* baca/tulis per *surface*. Semua *head* ditempatkan pada lengan memanjang ke seluruh *track*.
 - *Movable head disk* ➔ hanya terdapat sebuah *head* baca/tulis per *surface*. Lengan dimana *head* ditempatkan dapat memanjang dan memendek untuk menuju ke salah satu *track*.

➤ Portabilitas disk

Disk berada pada sebuah *disk drive* yang terdiri dari lengan, tangkai yang dapat menggerakkan disk, dan perangkat elektronik untuk keperluan input dan output data biner.

- *Non-removable disk* → secara permanen berada pada disk drive.
- *Removable disk* → dapat dilepas dan diganti dengan disk lain.

➤ Permukaan yang dimagnetisasi

- *Double-sided* → kedua sisi permukaannya dimagnetisasi
- *Single-sided* → hanya satu permukaan yang dimagnetisasi (disk bermuka tunggal)

➤ Banyaknya piringan pada *disk drive*

- *Single platter*
- *Multiple platter*

➤ Mekanisme Head

- *Contact (floopy)* → terdapat kontak secara fisik antara *head* dengan medium (disk) selama operasi baca/tulis.
- *Fixed Gap* → ada jarak yang tetap antara *head* dengan disk.
- *Aerodynamic Gap (Winchester)* → ada kertas timah pelindung yang aerodinamis antara *head* dengan disk sehingga jarak antara *head* dan disk dapat diperpendek.

Tabel karakteristik Sistem Disk:

Gerakan Head Fixed head (one per track) Movable head (one per surface)	Platters Single platter Multiple platter
Portabilitas Disk Nonremovable disk Removable disk	Mekanisme Head Contact (floopy) Fixed Gap Aerodynamic (Winchester)
Sides Single sided Double sided	Gap

Waktu Akses Disk

- Ketika *disk drive* beroperasi, disk berputar dengan kecepatan tetap.
- Untuk dapat membaca dan menulis, *head* harus berada pada awal *sector* dari *track* yang diinginkan.
- Pemilihan *track* meliputi perpindahan *head* pada sistem *movable head* atau mekanisme elektronis pada *head* untuk sistem *fixed head*.
 - Waktu yang diperlukan untuk menempatkan *head* pada *track* yang diinginkan dikenal sebagai *seek time*.
- Sekali *track* sudah dipilih, sistem akan menunggu sampai *sector* yang bersangkutan berputar agar sesuai dengan *head*.
 - Waktu yang diperlukan oleh *sector* untuk mencapai *head* disebut *rotational latency*
- *Access time*, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk berada pada posisi siap membaca atau menulis.
 - Jumlah antara *seek time* dan *rotational latency* sama dengan *Access time*.

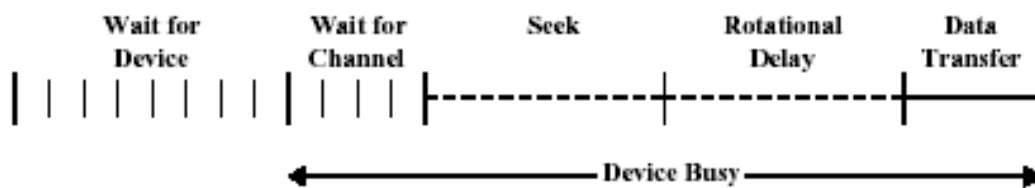


Figure 5.5 Timing of a Disk I/O Transfer

RAID (Redundancy Array of Independent Disk)

- ✧ RAID (*Redundancy Array of Independent Disk*) diajukan untuk mendekatkan jurang yang lebar antara kecepatan prosesor dan elektromekanis *disk drive* yang relatif lambat.
- ✧ Strateginya adalah dengan mengganti disk berkapasitas besar dengan sejumlah disk drive berkapasitas kecil, dan mendistribusikan data sedemikian rupa sehingga memungkinkan akses data dari sejumlah

drive secara simultan, yang akan meningkatkan kinerja I/O dan memungkinkan peningkatan kapasitas secara mudah.

- ★ RAID mengatasi permasalahan standarisasi bagi rancangan database dengan disk berjumlah banyak.
- ★ Pola RAID terdiri dari enam tingkat, nol hingga lima.

Tiga karakteristik umum pada Tingkatan RAID, yaitu:

1. RAID merupakan sekumpulan *disk drive* yang dianggap oleh sistem operasi sebagai sebuah drive logik tunggal.
2. Data didistribusikan ke *drive* fisik *array*
3. Kapasitas redundant disk digunakan untuk menyimpan informasi paritas, yang menjamin recoverability data ketika terjadi kegagalan disk.

RAID Tingkat 0

- RAID tingkat 0 sebenarnya bukan anggota keluarga RAID karena tidak menggunakan redundansi untuk meningkatkan kinerja.
- Bagi RAID tingkat 0, data pengguna dan data sistem didistribusi ke seluruh disk pada array.

RAID Tingkat 1

- RAID tingkat 1 berbeda dengan RAID tingkat 2 sampai 5 dalam cara memperoleh redundansinya.
- Pada RAID lainnya, beberapa bentuk kalkulasi paritas digunakan untuk mendapatkan redundansi.
- Pada RAID tingkat 1, redundansi diperoleh cukup dengan cara menduplikasikan seluruh data.
- Beberapa aspek positif bagi organisasi RAID 1 :
 - o *Read request* dapat dilayani oleh salah satu dari kedua disk yang berisi data yang diminta, yang memiliki *seek time* plus *rotational latency* yang minimum.
 - o *Write request* memerlukan kedua strip yang berkaitan untuk di-update, namun hal ini dapat dilakukan secara paralel.

- o *Recovery* dari kegagalan cukup sederhana. Bila *drive* mengalami kegagalan, maka data masih dapat diakses dari *drive* kedua.

RAID tingkat 2

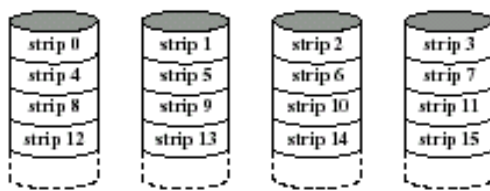
- ⇒ RAID tingkat 2 dan 3 menggunakan teknik akses paralel.
- ⇒ Dalam parallel access array, seluruh anggota disk berpartisipasi dalam mengeksekusi setiap request I/O.
- ⇒ Pemutar setiap drive umumnya disinkronisasikan sehingga seluruh head disk selalu berada pada posisi yang sama.

RAID tingkat 3

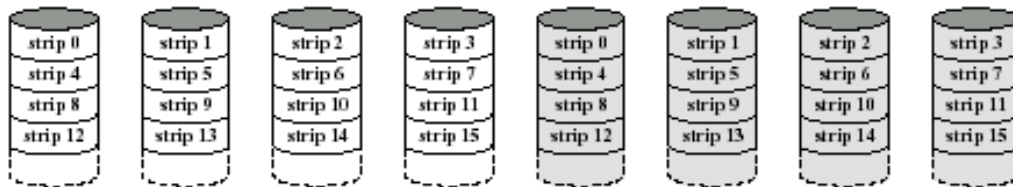
- ⇒ RAID 3 diorganisasikan dengan cara yang sama dengan RAID 2, bedanya adalah bahwa RAID 3 hanya membutuhkan disk redundan tunggal, tidak tergantung pada berapa besar array disknya.
- ⇒ RAID 3 menggunakan akses paralel dengan data yang didistribusikan dalam bentuk strip-strik kecil.
- ⇒ Di sini kode *error-correcting* tidak dihitung.

RAID tingkat 4

- ⇒ RAID tingkat 4 dan 5 menggunakan teknik akses yang independen.
- ⇒ Dalam array dengan akses independen, setiap disk anggota beroperasi secara independen, sehingga request I/O dapat dipenuhi secara paralel.
- ⇒ Laju transfer data tinggi
- ⇒ Juga digunakan striping data



(a) RAID 0 (non-redundant)

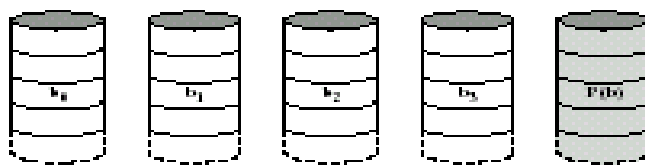


(b) RAID 1 (mirrored)



(c) RAID 2 (redundancy through Hamming code)

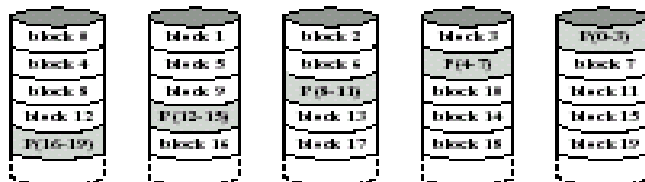
Figure 5.6 RAID Levels (page 1 of 2)



(d) RAID 3 (10-interleaved parity)



(e) RAID 4 (block-level parity)



(f) RAID 5 (block-level distributed parity)



(g) RAID 6 (dual redundancy)

Figure 5.6 RAID Levels (page 2 of 2)

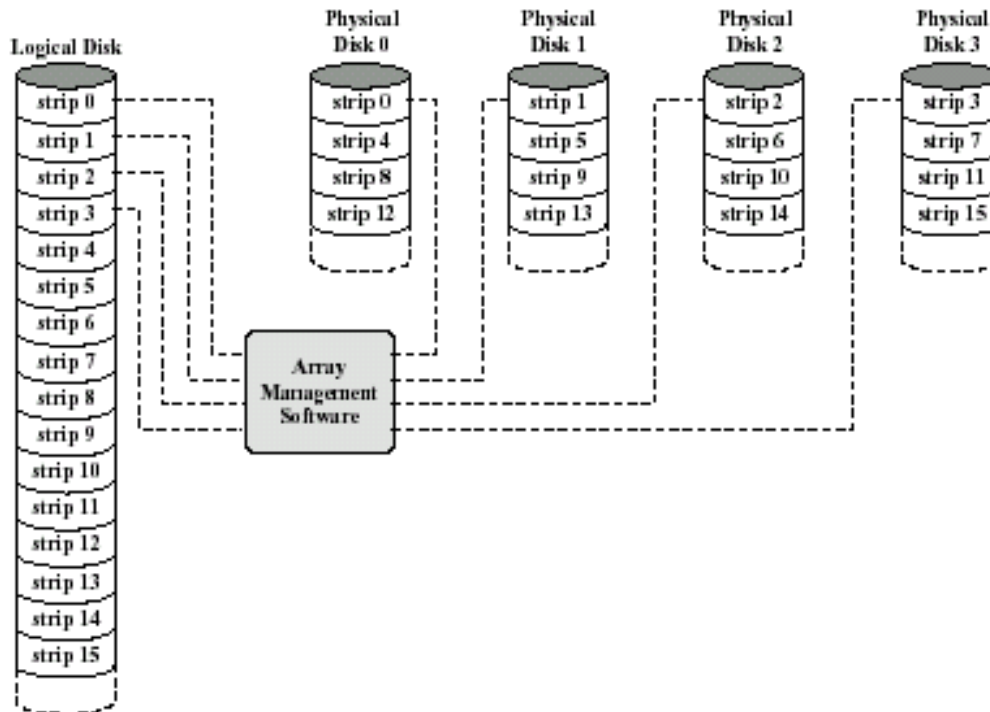


Figure 5.7 Data Mapping for a RAID Level 0 Array

Optical Memory

★ Produk-produk disk optis

1. CD (Compact Disk) → suatu disk yang tidak dapat dihapus yang menyimpan informasi audio yang telah didigitasi. Sistem standar menggunakan disk 12 cm yang dapat merekam lebih dari 60 menit waktu putar tanpa henti.
2. CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) → Disk yang tidak dapat dihapus untuk menyimpan data komputer. Sistem standar menggunakan disk 12 cm yang dapat menampung lebih dari 550 Mbyte.
3. CD-I (Compact Disk Interactive) → Suatu spesifikasi yang didasarkan pada penggunaan CD-ROM. Spesifikasi ini menjelaskan metode penyediaan audio, video, grafis, teks, dan kode yang dapat dieksekusi mesin pada CD-ROM.
4. DVI (Digital Video Interactive) → Sebuah teknologi untuk memproduksi representasi informasi video yang didigitasi dan terkompresi. Representasi dapat disimpan pada CD atau media

disk lainnya. Sistem yang ada sekarang menggunakan CD dan dapat menyimpan sekitar 20 menit video pada satu disk.

5. WORM (Write One Read Many) → Sebuah disk yang lebih mudah ditulisi dibandingkan dengan CD-ROM, yang membuatnya secara komersial feasible untuk menyalin sebuah CD. Ukuran yang populer adalah 5,25 inchi yang dapat menampung 200 hingga 800 Mbyte data.
6. Erasable Optical Disk → Suatu disk yang menggunakan teknologi optik namun dapat dihapus dan ditulisi ulang dengan mudah. Terdapat dua jenis ukuran yang umum dipakai: 3,25 inchi dan 5,25 inchi. Umumnya mempunyai kapasitas 650 Mbyte.

★ CD-ROM

- CD-ROM player memiliki perangkat *error-correcting* untuk menjamin bahwa data ditransfer dengan benar dari disk ke komputer.
- Disk terbuat dari resin, seperti polycarbonate, dan dilapisi dengan permukaan yang sangat reflektif, biasanya aluminium.
- Informasi yang direkam secara digital diterbitkan sebagai sekumpulan lubang-lubang mikroskopik pada permukaan yang reflektif.
- Permukaan disk dilindungi dari debu dan gesekan dengan lapisan bening.
- Layout disk yang menggunakan **constant angular velocity (CAV)**
 - ❖ Keuntungan CAV : blok data dapat dialamati secara langsung oleh track dan sector. Untuk memindahkan head ke alamat tertentu hanya memerlukan gerakan head yang pendek dan waktu tunggu yang singkat.
 - ❖ Kerugian CAV : jumlah data yang dapat disimpan pada track yang jauh di luar sama dengan yang dapat disimpan dengan track yang berada dekat titik pusat.
- Kapasitas penyimpanan CD-ROM adalah 774,57 Mbyte.
- Format blok CD-ROM terdiri dari field-field sbb.:

- ❖ Sync : Field sync mengidentifikasi awal sebuah blok.
- ❖ Header : header terdiri dari alamat blok dan byte mode.
 Mode 0 menandakan suatu field data blanko;
 mode 1 menandakan penggunaan kode *error-correcting* dan 2048 byte data;
 mode 2 menandakan 2336 byte data pengguna tanpa kode *error-correcting*.
- ❖ Data : data adalah data pengguna
- ❖ Auxiliary : data pengguna tambahan dalam mode 2. Pada mode 1, data ini data pengguna tambahan dalam mode 2. Pada mode 1, data ini merupakan kode *error-correcting*
- Ada pula disk dengan menggunakan layout **kecepatan linear konstant** (CLV)
- Keuntungan CD-ROM:
 - ❖ Kapasitas penyimpanan informasinya jauh lebih besar dibandingkan dengan disk magnetik.
 - ❖ Dapat diperbanyak dengan harga murah
 - ❖ Dapat dipindah-pindah. Sebagian besar disk magnetik tidak dapat dipindah-pindahkan.
- Kekurangan CD-ROM:
 - ❖ CD-ROM hanya dapat dibaca saja (read only) dan tidak dapat di update.
 - ❖ CD-ROM memiliki waktu akses yang lebih lama dibandingkan dengan waktu akses disk drive magnetik.

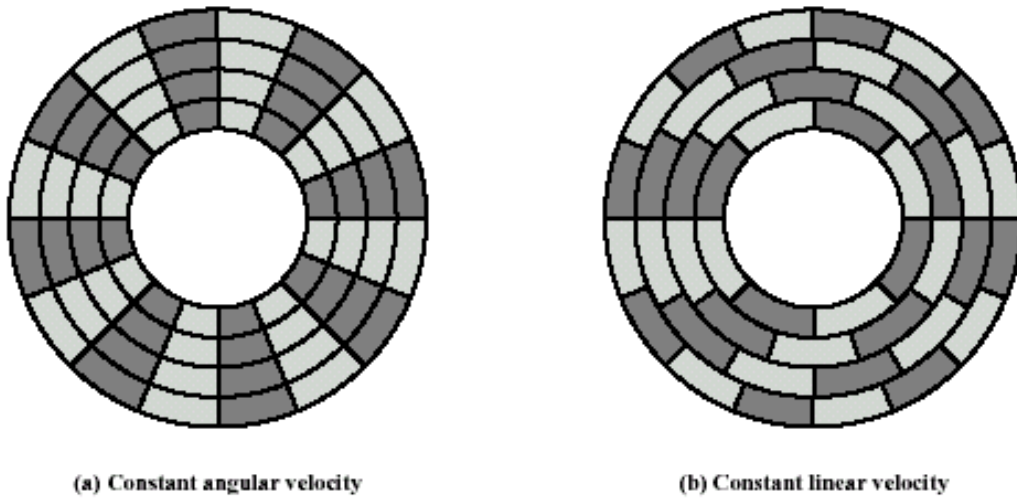


Figure 5.8 Comparison of Disk Layout Methods

★ WORM

- WORM adalah Write Once Read Many CD.
- Dapat ditulisi sekali menggunakan sinar laser berintensitas sedang.
- Teknik yang dipakai untuk menyiapkan disk adalah dengan menggunakan laser berdaya tinggi.
- Menggunakan kecepatan angular yang konstan untuk memberikan akses yang lebih cepat.
- Digunakan untuk penyimpanan arsip dokumen dan file dalam ukuran besar.

★ Disk Optis yang Dapat Dihapus

- Disk dapat ditulisi berulang-ulang
- Menggunakan teknologi sistem magneto-optis: pada sistem ini, energi sinar laser digunakan secara bersama dengan medan magnet untuk merekam dan menghapus informasi.
- Menggunakan kecepatan angular konstan.
- Keuntungan utama disk optis ini dibandingkan dengan disk magnetis:

- ❖ Berkapasitas besar : sebuah disk optis 5,25 inchi dapat menampung data sekitar 650 Mbyte.
- ❖ Portabilitas : Disk optis dapat dipindahkan dari drivenya.
- ❖ Reliabilitas
- ❖ Tahan lama

Pita Magnetik

- ★ Sistem pita menggunakan teknik pembacaan dan penulisan yang sama dengan sistem disk.
- ★ Media sistem ini adalah pita mylar lentur yang dilapisi dengan oksida magnet.
- ★ Pita dan drive pita merupakan analog terhadap sistem tape recorder.
- ★ Medium pita berbentuk track-track paralel dalam jumlah sedikit.
- ★ Sistem pita magnetik kuno memakai 9 buah track.
- ★ Sistem pita magnetik terbaru menggunakan 18 atau 36 track.
- ★ Data ditulisi dan dibaca dalam bentuk blok-blok continuous yang disebut *physical records* pada pita.

Blok-blok pada pita dipisahkan dipisahkan oleh gap yang dikenal sebagai *inter-record gaps*.